

ТИРЕОИДНЫЙ СТАТУС И СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБА

МАСЮК Н.Ю., ГОРОДЕЦКАЯ И.В.

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск,
Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2017. – Том 16, №2. – С. 97-105.

THYROID STATUS AND STRUCTURAL AND FUNCTIONAL RESISTANCE OF HARD DENTAL TISSUES

MASYUK N.Y., GORODETSKAYA I.V.

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2017;16(2):97-105.

Резюме.

Цель – изучить влияние йодсодержащих гормонов щитовидной железы в формировании устойчивости эмали зубов животных, получавших кариесогенную диету, подвергнутых стрессу и сочетанию указанных воздействий, и раскрыть его механизмы.

Материал и методы. Работа проведена на 130 беспородных крысах-самцах. Группы: животные (1) содержались на диете Стефана в течение 60 суток, (2) находились в условиях скученного содержания (по 40 особей в клетке в течение первого месяца, по 30 – второго) и (3) комбинированного воздействия обоих факторов. Для моделирования гипопаратиреоза крысам внутривенно в 1% крахмальном клейстере вводили тиреостатик мерказолил: в течение первых 30 дней в дозе 25 мг/кг, в последующие 30 суток – в половинной дозе. Введение L-тироксина осуществляли аналогичным образом в близких к физиологическим дозах: в течение 28 дней в дозах от 1,5 до 3,0 мкг/кг, затем в дозе 1,5 мкг/кг до окончания эксперимента. Структурно-функциональную устойчивость твердых тканей зуба определяли с помощью теста эмалевой резистентности. Реминерализационную способность слюны оценивали по её минерализующему потенциалу и по типу микрокристаллизации.

Результаты. Доказано, что гипотиреоз снижает, а малые дозы L-тироксина увеличивают резистентность эмали при воздействии кариесогенной диеты, стресса и их комбинации.

Заключение. Зависимость структурно-функциональной устойчивости твердых тканей зуба от йодсодержащих тиреоидных гормонов связана с их влиянием на минерализующие свойства слюны (уменьшение при гипотиреозе, нормализация под влиянием L-тироксина) и ее микрокристаллизацию (нарушение при гипопаратиреозе, улучшение под воздействием близких к физиологическим доз L-тироксина).

Ключевые слова: йодсодержащие тиреоидные гормоны, стресс, резистентность, слюна, микрокристаллизация.

Abstract.

Objectives. To study the effect of iodine-containing thyroid hormones on the enamel resistance of the teeth of animals maintained on the cariogenic diet, subjected to stress and the combination of the indicated influences, as well as to estimate its mechanisms.

Material and methods. The study was performed on 130 mongrel male rats. There were groups of animals kept (1) on the diet of Stephen during 60 days, (2) in the overcrowded conditions (40 animals in the cage during the first month and 30 animals in the cage during the second one), (3) under the conditions of the combination of both factors influence. To simulate hypothyroidism thyreostatic mercazolil was administered to rats intragastrically in 1% starch paste: during the first 30 days in the dose of 25 mg / kg, during the next 30 days in the half dose. The introduction of L-thyroxine was performed in the same way in the close to physiological doses: from 1,5 to 3,0 mcg / kg during 28 days, then in the dose of 1,5 mcg / kg till the end of the experiment. Structural and functional stability of the hard dental tissues was estimated with the help of the enamel resistance test. The remineralization capacity of the saliva was assessed by its mineralizing

potential and by the type of microcrystallization.

Results. It has been proved that hypothyroidism reduces the body's resistance to stress, the small doses of L-thyroxin increase the resistance of the enamel under the influence of the cariogenic diet, stress, and their combination.

Conclusions. The dependence of structural and functional resistance of hard dental tissues on the iodine-containing thyroid hormones is connected with their influence on the mineralizing properties of the saliva (the decrease in hypothyroidism, and normalization under the influence of L-thyroxin) and its microcrystallization (the disturbance in hypothyroidism, the improvement under the action of the close to physiological doses of L-thyroxin).

Key words: iodine-containing thyroid hormones, stress, resistance, saliva, microcrystallization.

Нарушение структурно-функциональной устойчивости твердых тканей зуба вносит существенный вклад в развитие кариозного процесса [1]. Оно наблюдается при стрессе [2], эндокринной патологии, в частности при дисфункции щитовидной железы [3]. Возможным механизмом снижения структурно-функциональной устойчивости эмали и дентина в этих условиях является нарушение реминерализующей способности слюны [4, 5]. Ранее нами установлено, что резистентность твердых тканей зуба к кариесогенному воздействию коррелирует с тиреоидным статусом организма [6]. Цель настоящего исследования – определение значения йодсодержащих гормонов щитовидной железы в формировании устойчивости эмали и дентина к воздействию кариесогенной диеты, стресса и их сочетания, а также раскрытие его механизмов.

Материал и методы

Эксперимент проведен на 130 беспородных белых крысах-самцах, масса которых в начале эксперимента составляла 30-40 г. Животных исследовали, начиная с 21 дня жизни. Крысы были разделены на 13 групп, каждая из которых состояла из 10 особей: 1 – интактная, 2 – контрольная, 3 – кариесогенная диета (КГД), 4 – стресс, 5 – КГД + стресс, 6 – мерказолил, 7 – мерказолил + КГД, 8 – мерказолил + стресс, 9 – мерказолил + КГД + стресс, 10 – тироксин, 11 – тироксин + КГД, 12 – тироксин + стресс, 13 – тироксин + КГД + стресс. В качестве кариесогенной диеты использовали рацион Стефана [7] в течение 2 месяцев. С целью моделирования стресса применяли скученное содержание животных в стандартных пластиковых клетках размером 20х30х40 см в течение 60 дней (по 40 особей в клетке первый месяц, по 30 – второй) [8]. Для формирования гипотиреоза крысам интрагастрально вводили тиреостатик мерказолил (рег. номер РК-ЛС-5№014157) в 1% крахмальном клейстере (25 мг/кг в течение

1 месяца, затем в половинной дозе – до окончания эксперимента). L-тироксин (рег. номер П №008964) вводили таким же образом (от 1,5 до 3,0 мкг/кг в течение 28 дней, затем 1,5 мкг/кг). Контрольным крысам, а также подвергнутым стрессу, содержанию на КГД, раздельному или комбинированному с краудинг-стрессом, таким же способом вводили 1% крахмальный клейстер. Структурно-функциональную устойчивость эмали изучали с помощью теста эмалевой резистентности (ТЭР), выполняемого на вестибулярной поверхности центрального резца (левого или правого) с использованием метиленового синего. Интенсивность окрашивания эмали оценивали по стандартной 10-балльной шкале. Чем больше величина ТЭР, тем меньше резистентность твердых тканей зуба. При значении ТЭР 1-3 балла делали вывод о высокой резистентности эмали, 4-5 баллов – о средней, 6-7 баллов – о пониженной, 8-10 баллов – о крайне низкой [9].

Для раскрытия механизмов влияния тиреоидного статуса на устойчивость эмали и дентина определяли тип микрокристаллизации слюны (МКС), ее минерализующий потенциал (МПС). Слюноотделение стимулировали введением пилокарпина (внутрибрюшинно 0,5 мг/кг). Для определения МКС и МПС на предметное стекло наносили 3 капли слюны. Их высушивали и исследовали под микроскопом Leica при малом увеличении. Тип МКС оценивали по характеру рисунка кристаллов: I – кристаллы призматической, удлиненной формы, их структура хорошо выражена; II – кристаллы небольших размеров, не имеют четкой пространственной ориентации; III – большое количество аморфных структур, единичные мелкие кристаллы. МПС выражали в баллах: 0 баллов – отсутствие кристаллических структур, 1 балл – хаотически расположенные структуры неправильной формы, 2 балла – тонкая сетка линий, 3 балла – отдельные небольшие кристаллы на фоне сетки, 4 балла – древовидная структура кристаллов средних размеров, 5

баллов – крупные кристаллы, напоминающие папоротник. Для каждой крысы вычисляли среднее значение баллов, установленных в 3 каплях. МПС оценивали следующим образом: от 0,0 до 1,0 балла – очень низкий, от 1,1 до 2,0 – низкий, от 2,1 до 3,0 – удовлетворительный, от 3,1 до 4,0 – высокий, от 4,1 до 5,0 – очень высокий [10].

Животных выводили из эксперимента путем декапитации под уретановым наркозом (1 г/кг массы тела). Экспериментальное исследование проведено с разрешения комиссии по биоэтике.

Полученные данные были обработаны статистически с использованием программы Statistica 6.0 (StatSoft inc.), лицензия № 10996172. После первоначального определения характера распределения признака (Shapiro-Wilk, s test), было установлено, что оно отличалось от нормального, поэтому были использованы непараметрические методы. Исследуемые группы являлись независимыми, поэтому количественные признаки при межгрупповом сравнении изучали с помощью однофакторного дисперсионного анализа – медианного теста и метода ANOVA Краскелла-Уоллиса с последующим применением критерия Манна-Уитни. Данные по ТЭР и МПС представляли в виде медианы (Me) и границ доверительного интервала для нее (-95%; +95%), по распределению типов МКС – в процентах.

Результаты

Содержание животных на КГД привело к возрастанию значения ТЭР в 3 раза ($p < 0,001$), что свидетельствует о снижении структурно-функциональной устойчивости твердых тканей зуба в этих условиях (табл. 1). Основа обнаруженных изменений: ухудшение минерализационных свойств слюны, на что указывает уменьшение величины МПС в 1,67 раза ($p < 0,01$) (табл. 1); изменение распределения типов МКС: число крыс с I типом по сравнению с контролем снизилось на 50% – до 10%, со II, напротив, возросло на 40% – до 80%, у 10% животных появился III тип, не наблюдавшийся в контроле (рис. 1). Следовательно, примененная нами диета вызывает падение уровня устойчивости твердых тканей зуба, обусловленное падением минерализующей способности слюны.

Краудинг-стресс также спровоцировал увеличение значения ТЭР, однако в меньшей степени, – в 2 раза ($p < 0,05$). Его величина указывает на средний уровень резистентности эмали. Данные

нарушения были связаны с уменьшением МПС – в 1,25 раза ($p < 0,05$), изменением распределения типов кристаллизации: количество крыс, у которых наблюдался I тип, упало на 40% и составило 20%, II тип – возросло на 40% и было равно 80%. По сравнению с животными, получавшими КГД, показатель ТЭР был ниже в 1,5 раза ($p < 0,01$), МПС хотя и был таким же ($p > 0,05$), однако отсутствовали животные с III типом МКС, а крыс с I типом было больше – на 10%. Следовательно, скудное содержание животных провоцирует меньшее, чем КГД, снижение устойчивости эмали за счет менее выраженного изменения минерализующих свойств слюны.

Комбинированное влияние стресса и КГД привело к наиболее существенному увеличению значения ТЭР – в 4 раза ($p < 0,001$), что соответствует крайне низкому уровню устойчивости эмали. Это было обусловлено наибольшим уменьшением величины МПС – в 2,22 раза ($p < 0,001$), ухудшением распределения типов МКС: животных с I типом не наблюдалось, количество крыс со II типом увеличилось на 10% и стало равным 50%, у 50% появился III тип. По отношению к значению ТЭР у животных, получавших КГД, оно было выше в 1,33 раза ($p < 0,05$) за счет большего падения величины МПС – в 1,33 раза ($p < 0,05$) и большего изменения распределения типов МКС: отсутствовал I тип, число крыс со II типом было ниже на 30%, а с III, наоборот, выше – на 40%. По сравнению с животными, находившимися в условиях стресса, значение ТЭР было больше в 2 раза ($p < 0,001$), что обусловлено меньшей величиной МПС – в 1,78 раза ($p < 0,001$) и большим ухудшением МКС: количество животных со II типом МКС было на 30% ниже, наблюдался III тип МКС, и, напротив, отсутствовал I тип. Следовательно, краудинг-стресс усугубляет вызванное кариесогенным рационом снижение устойчивости твердых тканей зуба за счет более выраженного нарушения реминерализующих сил слюны.

Введение мерказолила вызвало падение устойчивости эмали до среднего уровня: величина ТЭР увеличилась в 2 раза ($p < 0,05$) (табл. 1). Это было обусловлено уменьшением значения МПС – в 1,43 раза ($p < 0,01$) (табл. 1), изменением распределения типов МКС: число животных с I типом уменьшилось на 50% и составило 10%, тогда как со II, наоборот, увеличилось на 50% – до 90% (рис. 1). Следовательно, гипотиреоз *per se* вызывает снижение структурно-функциональной

Таблица 1 – Влияние йодсодержащих гормонов щитовидной железы на устойчивость эмали и минерализующий потенциал слюны крыс, получавших кариесогенный рацион, содержащихся в условиях краудинг-стресса, и при комбинировании указанных воздействий

Группа животных	ТЭР, баллы	МПС, баллы
1. Интактная	1,5 (1,0; 3,0)	3,50 (2,67; 4,00)
2. Контроль	2,0 (1,0; 3,0)	3,33 (2,67; 4,33)
p 1-2	p>0,05	p>0,05
3. КГД	6,0 (5,0; 7,0)	2,00 (1,67; 3,00)
p 2-3	p<0,001	p<0,01
4. Стресс	4,0 (2,0; 5,0)	2,67 (2,33; 3,33)
p 2-4	p<0,05	p<0,05
p 3-4	p<0,01	p>0,05
5. КГД + стресс	8,0 (7,0; 9,0)	1,50 (1,33; 2,33)
p 2-5	p<0,001	p<0,001
p 3-5	p<0,05	p<0,05
p 4-5	p<0,001	p<0,001
6. Мерказолил	4,0 (2,0; 5,0)	2,33 (2,00; 3,00)
p 2-6	p<0,05	p<0,01
7. Мерказолил + КГД	8,0 (6,0; 9,0)	1,50 (1,33; 2,33)
p 6-7	p<0,001	p<0,05
p 2-7	p<0,001	p<0,001
p 3-7	p<0,05	p<0,05
8. Мерказолил + стресс	6,0 (5,0; 7,0)	1,84 (1,33; 2,33)
p 6-8	p<0,01	p<0,05
p 2-8	p<0,001	p<0,001
p 7-8	p<0,05	p>0,05
p 4-8	p<0,01	p<0,01
9. Мерказолил + КГД + стресс	9,0 (8,0; 10,0)	1,00 (0,67; 2,00)
p 6-9	p<0,001	p<0,001
p 2-9	p<0,001	p<0,001
p 7-9	p<0,05	p>0,05
p 8-9	p<0,001	p<0,05
p 5-9	p<0,05	p<0,05
10. L-тироксин	1,5 (1,0; 3,0)	3,84 (3,00; 4,33)
p 2-10	p>0,05	p>0,05
11. L-тироксин + КГД	4,0 (3,0; 5,0)	2,67 (2,33; 3,33)
p 10-11	p<0,01	p<0,01
p 2-11	p<0,01	p<0,05
p 3-11	p<0,01	p<0,05
12. L-тироксин + стресс	2,0 (1,0; 3,0)	3,67 (2,67; 4,00)
p 10-12	p>0,05	p>0,05
p 2-12	p>0,05	p>0,05
p 11-12	p<0,01	p<0,05
p 4-12	p<0,05	p<0,05
13. L-тироксин + КГД + стресс	5,5 (4,0; 6,0)	2,33 (1,67; 3,00)
p 10-13	p<0,001	p<0,001
p 2-13	p<0,001	p<0,01
p 11-13	p<0,05	p>0,05
p 12-13	p<0,001	p<0,01
p 5-13	p<0,01	p<0,05

Примечание: p – обозначение статистической значимости различий.

устойчивости твердых тканей зуба за счет ухудшения минерализующей способности слюны.

КГД у гипотиреоидных животных, как и эутиреоидных, характеризовалась повышением

ТЭР, однако более выраженным: по сравнению с его значением в группе «Мерказолил» – в 2 раза (p<0,001), что характеризует степень структурно-функциональной устойчивости как крайне

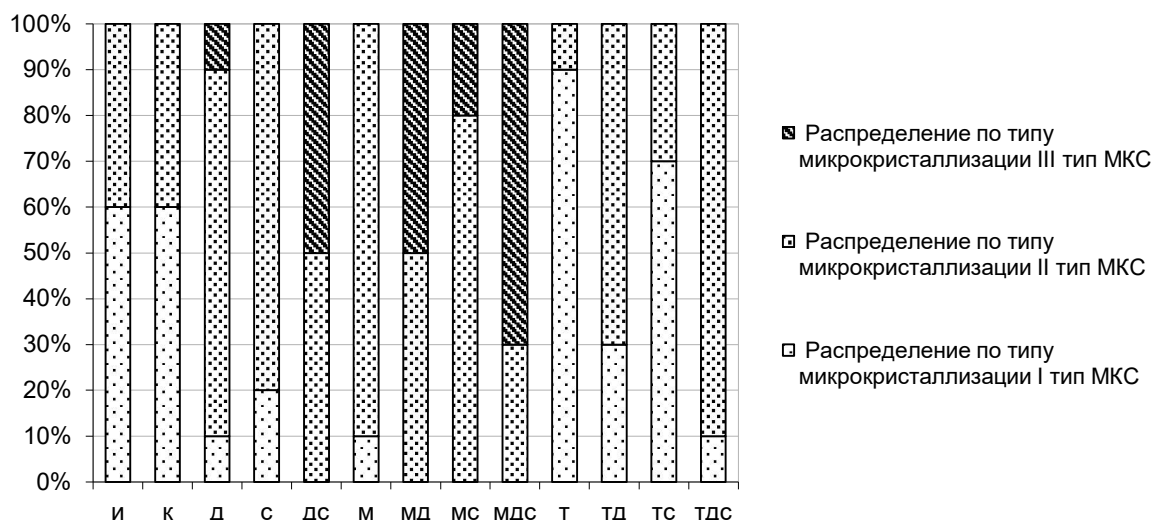


Рисунок 1 – Влияние йодсодержащих тиреоидных гормонов на распределение типов микрокристаллизации слюны крыс, находившихся на кариесогенной диете, в условиях стресса и их сочетания в группах животных:

и – интактная; к – контроль; д – кариесогенная диета; с – стресс; дс – кариесогенная диета + стресс;
 м – мерказолил; мд – мерказолил + кариесогенная диета; мс – мерказолил + стресс;
 мдс – мерказолил + кариесогенная диета + стресс; т – тироксин; тд – тироксин + кариесогенная диета;
 тс – тироксин + стресс; тдс – тироксин + кариесогенная диета + стресс.

низкую. Учитывая увеличение значения ТЭР, вызванное самим мерказолилом, он был выше, чем в группе «КГД», в 1,33 раза ($p < 0,05$). Указанные нарушения определялись большим уменьшением реминерализующей силы слюны: по отношению к группе «Мерказолил» МПС упал в 1,55 раза ($p < 0,05$), что, принимая во внимание снижение, спровоцированное самим тиреостатиком, определило в 1,33 раза меньшую величину МПС по сравнению с группой «КГД» ($p < 0,05$). В отличие от группы «Мерказолил» I тип МКС не наблюдался, число животных со II типом уменьшилось на 40% и составило 50%, у 50% крыс появился III тип. По сравнению с таковыми в группе «КГД» не было I типа МКС, количество животных, имеющих II тип, было на 30% меньше, с III, напротив, на 40% больше. Следовательно, угнетение функции щитовидной железы усугубляет падение резистентности твердых тканей зуба, вызванное КГД, за счет большего нарушения реминерализующей способности слюны.

Стресс у гипотиреоидных крыс, как и эутиреоидных, приводил к увеличению значения ТЭР, но более существенному. По отношению к таковому в группе «Мерказолил» этот показатель увеличился в 1,5 раза ($p < 0,01$), что указывает на пониженный уровень устойчивости твердых тканей зуба. Учитывая повышение ТЭР, вызванное введением тиреостатика, он был больше по

сравнению с его значением у эутиреоидных животных, находившихся в аналогичных условиях, в 1,5 раза ($p < 0,01$). Описанные нарушения были вызваны падением МПС: по отношению к этому показателю в группе «Мерказолил» – в 1,27 раза ($p < 0,05$) и ухудшением распределения типов МКС: по сравнению с таковым в группе «Мерказолил» отсутствовал I тип МКС, число крыс со II типом уменьшилось на 10% и стало равным 80%, у 20% крыс был обнаружен III тип. В отличие от аналогичных параметров у эутиреоидных стрессированных животных величина МПС была в 1,45 раза ниже ($p < 0,01$), не было I типа МКС и появился III тип. Следовательно, гипопункция щитовидной железы способствует большему падению резистентности эмали в условиях крайнего стресса за счет более существенного нарушения реминерализующих свойств слюны. Как и у эутиреоидных животных, у гипотиреоидных стресс вызывал меньшее падение структурно-функциональной устойчивости эмали, поэтому по отношению к таковому в группе «Мерказолил + КГД» ТЭР был в 1,33 раза ($p < 0,05$) ниже. Это связано с тем, что МПС хотя и был по сравнению с его значением в группе «Мерказолил + КГД» таким же ($p > 0,05$), но число крыс, имевших II тип МКС было больше, а III тип – меньше на 30%.

Одновременное воздействие КГД и стресса у гипотиреоидных крыс характеризовалось

наибольшим повышением величины ТЭР: по сравнению с группой «Мерказолил» – в 2,25 раза ($p<0,001$), что свидетельствует о крайне низком уровне устойчивости твердых тканей зуба. Учитывая возрастание ТЭР, вызванное тиреостатиком, он был в 1,13 раза выше ($p<0,05$), чем у эутиреоидных животных, получавших КГД и подвергнутых стрессу. Наблюдаемые изменения были вызваны наибольшим снижением МПС – в 2,33 раза ($p<0,001$) и наихудшим распределением типов МКС: по сравнению с группой «Мерказолил» отсутствовал I тип МКС, количество животных со II типом уменьшилось на 60% до 30%, у 70% крыс появился III тип. По отношению к исследуемым параметрам в аналогичной группе эутиреоидных животных значение МПС было в 1,50 раза ниже ($p<0,05$), количество крыс, имевших II тип МКС, было ниже, а III – выше на 20%. По сравнению со значениями ТЭР в группах «Мерказолил + КГД» и «Мерказолил + стресс» его величина в группе «Мерказолил + КГД + стресс» была выше в 1,13 ($p<0,05$) и в 1,5 раза ($p<0,001$) соответственно. Это определялось более существенными нарушениями реминерализующей силы слюны. По отношению к МПС в группе «Мерказолил + КГД» его значение было таким же ($p>0,05$), но число животных, имевших II тип МКС, было ниже, а III тип – выше на 20%. По сравнению с таковыми в группе «Мерказолил + стресс» величина МПС была меньше в 1,84 раза ($p<0,05$), количество животных со II типом МКС было меньше, а с III – больше на 50%. Следовательно, экспериментальный гипотиреоз провоцирует значительное снижение резистентности твердых тканей зуба не только при раздельном, но и при сочетанном применении КГД и стресса за счет наибольшего ухудшения минерализующих свойств слюны.

Введение крысам близких к физиологическим доз L-тироксина не сопровождалось изменением структурно-функциональной устойчивости твердых тканей зуба ($p>0,05$) (табл.1) и реминерализующей способности слюны ($p>0,05$) (рис. 1).

КГД у животных, получавших L-тироксин, как и у эутиреоидных крыс, вызвала менее существенное возрастание величины ТЭР: по сравнению с группой «L-тироксин» – в 2,67 раза ($p<0,01$). Его значение свидетельствует о среднем уровне резистентности эмали. В результате по отношению к величине ТЭР у эутиреоидных животных, получавших КГД, она была

в 1,5 раза меньше ($p<0,01$). Это определялось меньшими изменениями МПС – по сравнению с группой «L-тироксин» он уменьшился всего в 1,44 раза ($p<0,01$); менее значительным изменением распределения МКС: по отношению к группе «L-тироксин» число животных, имевших I тип МКС, снизилось на 60% и составило 30%, II тип, напротив, увеличилось на 60% – до 70%. По сравнению с такой же группой эутиреоидных крыс значение МПС было выше в 1,34 раза ($p<0,05$), количество животных с I типом МКС было на 20% больше, со II – на 10% меньше, III тип отсутствовал вовсе. Следовательно, введение малых доз L-тироксина ограничивает вызванное КГД снижение устойчивости эмали вследствие минимизации нарушения минерализующей силы слюны.

Краудинг-стресс у крыс, получавших L-тироксин, не приводил к изменению ТЭР ($p>0,05$ по сравнению с группой «L-тироксин»). Величина последнего отражает высокий уровень резистентности твердых тканей зуба. Это коррелировало с отсутствием изменения МПС ($p>0,05$ по отношению к группе «L-тироксин») и существенно меньшим изменением распределения типов МКС: количество животных с I типом снизилось всего на 20% и стало равным 70%, со II типом повысилось на 20% – до 30%. По сравнению с величиной ТЭР у эутиреоидных стрессированных крыс она была в 2 раза ниже ($p<0,05$). Это было обусловлено улучшением реминерализующих свойств слюны: значение МПС было выше, чем в группе «Стресс», в 1,37 раза ($p<0,05$), число крыс, имевших I тип МКС было больше, II – меньше на 50%. По отношению к группе «L-тироксин + КГД» структурно-функциональная устойчивость эмали была выше, вследствие чего значение ТЭР было в 2 раза меньше ($p<0,01$). В основе – меньшее нарушение минерализующих свойств слюны: по сравнению с группой «L-тироксин + КГД» МПС был в 1,37 раза выше ($p<0,05$), количество крыс с I типом МКС было больше, со II – меньше на 40%. Следовательно, введение L-тироксина в дозах, близких к физиологическим, предупреждает падение резистентности эмали при краудинг-стрессе за счет лимитирования нарушения реминерализующего потенциала слюны.

Сочетанное влияние КГД и стресса на животных, получавших малые дозы L-тироксина, сопровождалось значительно меньшим, чем в таких же условиях у не получающих препарат, повыше-

нием ТЭР: по отношению к группе «L-тироксин» – в 3,67 раза ($p < 0,001$). Величина его указывает на средний уровень резистентности. По отношению к значению ТЭР в группах «L-тироксин + КГД» и «L-тироксин + стресс» оно было выше в 1,38 ($p < 0,05$) и 2,75 раза ($p < 0,001$) соответственно. По сравнению с группой «L-тироксин + КГД» МПС был таким же ($p > 0,05$), но число крыс с I типом МКС было меньше, а со II – больше на 20%. По отношению к группе «L-тироксин + стресс» величина МПС была ниже в 1,58 раза ($p < 0,01$), I тип МКС встречался реже, II тип – чаще на 60%. В основе повышения устойчивости эмали малыми дозами L-тироксина лежат менее выраженное снижение МПС – в 1,65 раза ($p < 0,001$ по сравнению с группой «L-тироксин»), меньшее изменение распределения типов МКС: количество крыс, имевших I тип, упало на 80% – до 10%, а II тип, напротив, возросло на 80% – до 90%. По отношению к величине ТЭР у эутиреоидных крыс, находившихся на кариесогенной диете и подверженных стрессу, она была в 1,45 раза меньше ($p < 0,01$) за счет меньшего нарушения свойств слюны: МПС был выше в 1,55 раза ($p < 0,05$), появился I тип МКС, число крыс со II типом было больше на 40%, III тип не наблюдался. Следовательно, введение малых доз L-тироксина лимитирует снижение резистентности твердых тканей зуба не только при раздельном, но и при сочетанном влиянии КГД и краудинг-стресса за счет ограничения нарушения минерализующих свойств слюны.

Обсуждение

Нами установлено, что структурно-функциональная устойчивость твердых тканей зуба при воздействии КГД, скученного содержания животных, а также при их комбинировании существенно зависит от тиреоидного статуса организма: экспериментальный гипотиреоз увеличивает резистентность эмали, а использование малых доз L-тироксина, напротив, снижает. В основе повышения йодсодержащими гормонами щитовидной железы устойчивости твердых тканей зуба находится обнаруженное нами их нормализующее действие на реминерализационные способности слюны, судя по ограничению под влиянием близких к физиологическим доз L-тироксина падения МПС и изменения распределения типов МКС и, напротив, усугубление указанных нарушений у животных с гипотиреозом. Могут иметь значение и установленные другими авторами механизмы

влияния йодтиронинов на факторы, провоцирующие падение устойчивости твердых тканей зуба: нарушение кальций-фосфорного обмена в слюне [11], дисбаланс активности фосфатаз [12], гипосаливация [13].

Заключение

КГД и краудинг-стресс как изолированно, так и в сочетании провоцируют падение структурно-функциональной резистентности эмали. Данные нарушения обусловлены снижением минерализующей силы слюны и ухудшением её микрокристаллизации. Стресс усугубляет уменьшение устойчивости твердых тканей зуба, вызванное КГД, за счет наибольшей стимуляции указанных механизмов альтерации. Экспериментальный гипотиреоз, сам по себе вызывающий снижение резистентности эмали, потенцирует выраженность ее угнетения в условиях всех примененных нами воздействий в результате наиболее значительной депрессии реминерализующего потенциала слюны и ухудшения распределения типов микрокристаллизации. Малые дозы L-тироксина ограничивают снижение устойчивости твердых тканей зуба, вызванное КГД, изолированным и комбинированным с краудинг-стрессом, и предупреждают его в условиях скученного содержания животных. Обнаруженный нами протекторный эффект близких к физиологическим доз L-тироксина определяется нормализацией минерализующих свойств слюны.

Литература

1. Смоляр, Н. И. Взаимосвязь кариеса постоянных зубов и резистентности эмали у детей школьного возраста / Н. И. Смоляр, Н. Л. Чухрай // *Стоматол. журн.* – 2015. – № 4. – С. 302–304.
2. Карпович, Д. И. Стоматологическая заболеваемость спортсменов, современные представления / Д. И. Карпович, А. В. Смоленский, А. В. Михайлова // *Вестн. новых мед. технологий.* – 2012. – Т. 19, № 2. – С. 55–57.
3. Venkatesh Babu, N. S. Oral health status of children suffering from thyroid disorders / N. S. Venkatesh Babu, P. B. Patel // *J. Indian Soc. Pedod. Prev. Dent.* – 2016 Apr-Jun. – Vol. 34, N 2. – P. 139–144.
4. Определение биохимического состояния слюны у школьников с различной физической нагрузкой в комплексных гигиенических исследованиях / А. О. Васильева [и др.] // *Современ. проблемы науки и образования.* – 2013. – № 5. – С. 350.
5. Бабаджанян, С. Г. Особенности развития и течения заболеваний полости рта при эндокринной патологии / С. Г. Бабаджанян, Л. Н. Казакова // *Бюл. мед. интернет-кон-*

- ференций. – 2013. – Т. 3, вып. 3. – С. 737–739.
6. Масюк, Н. Ю. Влияние тиреоидного статуса на интенсивность кариозного поражения зубов крыс при стрессе / Н. Ю. Масюк, И. В. Городецкая // Новости медико-биол. наук. – 2016. – № 3. – С. 92–93.
 7. Stephan, R. M. Location of experimental caries on different tooth surfaces in the Norway rat / R. M. Stephan, M. R. Harris // *Advances in Experimental Caries Research* / ed. R. F. Sognnaes. – Washington, 1955. – P. 47–65.
 8. Кириллов, Н. А. Гистохимическая характеристика структур лимфоидных органов крыс под действием стресса / Н. А. Кириллов, А. Т. Смородченко // Бюл. эксперим. биологии и медицины. – 1999. – Т. 127, № 2. – С. 171–173.
 9. Терехова, Т. Н. Профилактика стоматологических заболеваний : учеб. пособие для студентов вузов по специальности «Стоматология» / Т. Н. Терехова, Т. В. Попруженко. – Минск : Беларусь, 2004. – 526 с.
 10. Шаковец, Н. В. Состояние зубов и минерализующий потенциал слюны у детей с фенилкетонурией / Н. В. Шаковец, Е. В. Лихорад // *Иновации в медицине и фармации : материалы науч.-практ. конф. молодых ученых*. – Минск, 2012. – С. 128–131.
 11. Камиева, З. Р. Состояние зубочелюстной системы и особенности оказания стоматологической помощи детям с патологией щитовидной железы / З. Р. Камиева, Н. А. Камиева, Т. В. Коробкина // Вестн. Казах. Нац. мед. ун-та. – 2014. – № 5. – С. 220–224.
 12. Данилова, Л. П. Гормональная обусловленность изменений кальций-фосфорного обмена и стоматологического статуса при нарушении функции щитовидной железы / Л. П. Данилова, Е. Е. Конопля, Л. М. Кремко // Изв. НАН Беларуси. Сер. биол. наук. – 2001. – № 1. – С. 77–80.
 13. Qualitative and quantitative changes in saliva among patients with thyroid dysfunction prior to and following the treatment of the dysfunction / D. Muralidharan [et al.] // *Oral. Surg. Oral. Med. Oral. Pathol. Oral. Radiol.* – 2013 May. – Vol. 115, N 5. – P. 617–623.

Поступила 09.12.2016 г.

Принята в печать 04.04.2017 г.

References

1. Smolyar NI, Chukhray NL. The relationship of caries in permanent teeth and resistance of enamel in children of school age. *Stomatol Zhurn.* 2015;(4):302-4. (In Russ.)
2. Karpovich DI, Smolenskiy AV, Mikhaylova AV. Dental morbidity in athletes, modern ideas. *Vestn Novykh Med Tekhnologii.* 2012;19(2):55-7. (In Russ.)
3. Venkatesh Babu NS, Patel PB. Oral health status of children suffering from thyroid disorders. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2016 Apr-Jun;34(2):139-44. doi: 10.4103/0970-4388.180443
4. Vasil'yeva AO, Pavlova GV, Karavaeva TF, Vaganova NP. The biochemical status of saliva in schoolchildren with different physical activity in a comprehensive hygienic studies. *Sovremen Problemy Nauki Obrazovaniia.* 2013;(5):350. (In Russ.)
5. Babadzhanyan SG, Kazakova LN. Peculiarities of development and course of diseases of the oral cavity in endocrine pathology. *Biul Med Internet-Konferentsii.* 2013;3, вып 3;737-9. (In Russ.)
6. Masyuk NYu, Gorodetskaya IV. The influence of thyroid status on the intensity of dental caries in rats under stress. *Novosti Mediko-Biol Nauk.* 2016;(3):92-3. (In Russ.)
7. Stephan RM, Harris MR. Location of experimental caries on different tooth surfaces in the Norway rat. In: Sognnaes RF, ed. *Advances in Experimental Caries Research*. Washington; 1955. P. 47-65.
8. Kirillov NA, Smorodchenko AT. Histochemical characterization of the structures of the lymphoid organs of rats under stress. *Biul Eksperim Biologii Meditsiny.* 1999;127(2):171-3. (In Russ.)
9. Terekhova TN, Popruzhenko TV. Prevention of dental diseases: ucheb posobie dlia studentov vuzov po spetsial'nosti «Stomatologiya». Minsk, RB: Belarus'; 2004. 526 p. (In Russ.)
10. Shakovets NV, Likhovad EV. The condition of the teeth and mineralizing potential of saliva in children with phenylketonuria. V: *Innovatsii v meditsine i farmatsii: materialy nauch-prakt konf molodykh uchenykh*. Minsk, RB; 2012. P. 128-31. (In Russ.)
11. Kamieva ZR, Kamieva NA, Korobkina TV. The state of dentition and characteristics of dental care for children with pathology of the thyroid gland. *Vestn Kazakh Nats Med Un-ta.* 2014;(5):220-4. (In Russ.)
12. Danilova LP, Konoplya EE, Kremko LM. Hormonal dependence of changes in calcium-phosphorus metabolism and the dental status in violation of the functions of the thyroid gland. *Izv NAN Belarusi Ser Biol Nauk.* 2001;(1):77-80. (In Russ.)
13. Muralidharan D, Fareed N, Pradeep PV, Margabandhu S, Ramalingam K, Ajith Kumar BV. Qualitative and quantitative changes in saliva among patients with thyroid dysfunction prior to and following the treatment of the dysfunction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013 May;115(5):617-23. doi: 10.1016/j.oooo.2012.12.009

Submitted 09.12.2016

Accepted 04.04.2017

Сведения об авторах:

Масюк Н.Ю. – аспирант кафедры нормальной физиологии, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;

Городецкая И.В. – д.м.н., профессор кафедры нормальной физиологии, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет.

Information about authors:

Masyuk N.Y. – postgraduate of the Chair of Normal Physiology, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University;

Gorodetskaya I.V. – Doctor of Medical Sciences, professor of the Chair of Normal Physiology, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University.

Адрес для корреспонденции: Республика Беларусь, 210023, г. Витебск, пр. Фрунзе, 27, УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», деканат лечебного факультета. E-mail: gorodecka-iv@mail.ru – Городецкая Ирина Владимировна.

Correspondence address: Republic of Belarus, 210023, Vitebsk, 27 Frunze ave., Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Chair of Normal Physiology. E-mail: gorodecka-iv@mail.ru – Irina V. Gorodetskaya.